



PATENT  
81868.0098

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Yukinobu YUMITA

Serial No: 10/618,837

Filed: July 14, 2003

For: Linear Actuator and A Pump  
Apparatus and Compressor Using  
the Same

Art Unit: Not Assigned

Examiner: Not Assigned

I hereby certify that this correspondence  
is being deposited with the United States  
Postal Service with sufficient postage as  
first class mail in an envelope addressed  
to:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450, on

August 15, 2003

Date of Deposit

Shirley Ferguson

Name

Signature

August 15, 2003

Date

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application  
No. 2002-207093, which was filed July 16, 2002, from which priority is claimed  
under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to  
ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

By:

Lawrence J. McClure

Registration No. 44,228

Attorney for Applicant(s)

Date: August 15, 2003

500 South Grand Avenue, Suite 1900  
Los Angeles, California 90071  
Telephone: 213-337-6700  
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-207093

[ST.10/C]:

[JP2002-207093]

出 願 人

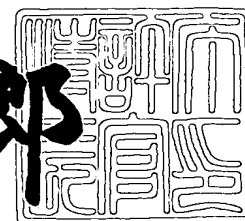
Applicant(s):

株式会社三協精機製作所

2003年 6月10日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045069

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-05-11

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02K 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 株式会社三協精機  
製作所内

【氏名】 弓田 行宣

【特許出願人】

【識別番号】 000002233

【氏名又は名称】 株式会社三協精機製作所

【代理人】

【識別番号】 100090170

【弁理士】

【氏名又は名称】 横沢 志郎

【電話番号】 0263(40)1881

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014801

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リニアアクチュエータ、それを用いたポンプ装置並びにコンプレッサー装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 のヨーク部と、該第 1 のヨーク部に対して軸線方向と直交する位置で対向する第 2 のヨーク部と、前記第 2 のヨーク部の側から軸線方向で離間する両側を通して前記第 1 のヨーク部との間に軸線方向で離間する第 1 の隙間および第 2 の隙間を形成する中間ヨーク部と、前記中間ヨーク部および前記第 2 のヨーク部によって区画形成された空間内に配置され、前記第 1 の隙間と前記第 2 の隙間とで逆向きの磁界を前記第 1 のヨーク部と前記中間ヨーク部との間に形成するとともに、当該磁界の向きを交番させるコイルと、前記コイルに対して軸線方向の一方側に配置され、前記第 1 の隙間および前記第 2 の隙間に前記中間ヨーク部から前記第 1 のヨーク部に向かう固定磁界あるいは前記第 1 のヨーク部から前記中間ヨーク部に向かう固定磁界を形成するマグネットと、前記第 1 隙間および前記第 2 の隙間において軸線方向に移動可能に配置された磁性体を備えた可動体とを有することを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記第 1 のヨーク部、前記第 1 および第 2 の隙間、前記中間ヨーク部、および前記第 2 のヨーク部は、内側から外側にこの順に配置され、かつ、軸線方向からみたときに円形あるいは略多角形となるように構成されていることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記コイルに対して前記マグネットが配置されている側には、前記第 1 のヨーク部および前記第 2 のヨーク部のうちの一方のヨーク部に隣接する一方、他方のヨーク部と離間する渡りヨーク部が形成され、

当該渡りヨーク部と前記他方のヨーク部との間には、これらのヨーク部に異なる磁極を向けて前記マグネットが配置されていることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記渡りヨーク部および前記マグネットと前記中間ヨーク部との間には非磁性体が介在していることを特徴とするリニア

アクチュエータ。

【請求項 5】 請求項 2 において、前記コイルに対して前記マグネットが配置されている側には、前記第 1 のヨーク部に隣接する一方、前記第 2 のヨーク部と離間する渡りヨーク部が形成され、

当該渡りヨーク部と前記中間ヨーク部との間には、これらのヨーク部に異なる磁極を向けて前記マグネットが配置されていることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 6】 請求項 3 ないし 5 のいずれかにおいて、前記渡りヨーク部は、該渡りヨーク部が隣接する前記第 1 のヨーク部あるいは前記第 2 のヨーク部と一体に形成されていることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 7】 請求項 2 ないし 6 のいずれかにおいて、前記第 2 のヨーク部は、前記中間ヨーク部と一体に形成されていることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれかに規定するリニアアクチュエータを用いたことを特徴とするポンプ装置。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 7 のいずれかに規定するリニアアクチュエータを用いたことを特徴とするコンプレッサー装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リニアアクチュエータ、それを用いたポンプ装置並びにコンプレッサー装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、シリンダ内でピストンが直線運動するようなポンプ装置やコンプレッサー装置でも、それに使用されるアクチュエータは、回転運動を出力するモータが使用されており、モータの出力軸とピストンとの間にクランクシャフトを設けて回転運動を直線運動に変換している。このため、力の伝達効率が低いという問題点がある。

## 【 0 0 0 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ここに、本願発明者等は、図 6 (A) に示すように、第 1 のヨーク部 5 1 1、および第 1 のヨーク部 5 1 1 に対して軸線方向と直交する位置で対向する第 2 のヨーク部 5 1 2 を備えたヨーク体 5 1 0 と、このヨーク体 5 1 0 に交番磁界を発生させるコイル 5 6 0 と、第 1 のヨーク部 5 1 1 と第 2 のヨーク部 5 1 2 との間に配置され、軸線方向に N 極および S 極が形成されたマグネット 5 3 0 と、マグネット 5 3 0 を軸線方向の両側で挟むように第 1 のヨーク部 5 1 1 と第 2 のヨーク部 5 1 2 との間に配置されて第 1 のヨーク部 5 1 1 との間に第 1 の隙間 5 0 6 および第 2 の隙間 5 0 7 を形成する中間ヨーク部 5 2 1、5 2 2 と、隙間 5 0 6、5 0 7 に対して軸線方向に移動可能に配置された磁性体 5 5 1 とを用いた新たなニアアクチュエータを検討している。ここで、第 2 のヨーク部 5 1 2 と中間ヨーク部 5 2 1、5 2 2 との間には隙間 5 1 9 が設けられている。

## 【 0 0 0 4 】

このようなアクチュエータにおいては、図 6 (A) に実線の矢印 B 1、B 2 で示す磁界が発生している。この状態でコイル 5 6 0 に交流電流を流したとき、図面の向こう側から手前側に電流が流れている期間では、点線の矢印 B 3 1 で示す磁界が発生し、隙間 5 0 6、5 0 7 のうち、第 1 の中間ヨーク部 5 2 1 の側の隙間 5 0 6 では、マグネット 5 3 0 からの磁界とコイル 5 6 0 からの磁力線の向きが反対であるに対して、第 2 の中間ヨーク部 5 2 2 の側の隙間 5 0 7 ではマグネット 5 3 0 からの磁界とコイル 5 6 0 からの磁力線の向きが一致する。従って、磁性体 5 5 1 には下方に向かう力が作用する。

## 【 0 0 0 5 】

これに対して、図 6 (B) に示すように、コイル 5 6 0 に対して、図面の手前側から向こう側に電流が流れている期間では、点線の矢印 B 3 2 で示す磁界が発生し、第 1 の中間ヨーク部 5 2 1 の側の隙間 5 0 6 では、マグネット 5 3 0 からの磁界とコイル 5 6 0 からの磁力線の向きが一致しているのに対して、第 2 の中間ヨーク部 5 2 2 の側の隙間 5 0 7 ではマグネット 5 3 0 からの磁界とコイル 5 6 0 からの磁力線の向きが反対となる。従って、磁性体 5 5 1 には上方に向かう

力が作用する。

【0006】

そして、コイル560に流れる電流の極性が反転するたびに磁性体551に対して軸線方向に加わる力の向きが入れ代わるので、それと一体の可動体（図示せず）が軸線方向に振動するので、往復直線運動を出力することができる。

【0007】

しかしながら、図6（A）、（B）を参照して説明したリニアアクチュエータでは、第2のヨーク部512と中間ヨーク部521、522との間に隙間519を設ける必要があるため、コイル560で得られた起磁力が隙間519でかなり消費されてしまうなど、磁気効率が低い。それ故、出力が小さいので、実用化するには至っておらず、さらなる改良が望まれている。

【0008】

そこで、本発明の課題は、出力特性をさらに改良したリニアアクチュエータ、それを用いたポンプ装置並びにコンプレッサ装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明では、第1のヨーク部と、該第1のヨーク部に対して軸線方向と直交する位置で対向する第2のヨーク部と、前記第2のヨーク部の側から軸線方向で離間する両側を通して前記第1のヨーク部との間に軸線方向で離間する第1の隙間および第2の隙間を形成する中間ヨーク部と、前記中間ヨーク部および前記第2のヨーク部によって区画形成された空間内に配置され、前記第1の隙間と前記第2の隙間とで逆向きの磁界を前記第1のヨーク部と前記中間ヨーク部との間に形成するとともに、当該磁界の向きを交番させるコイルと、前記コイルに対して軸線方向の一方側に配置され、前記第1の隙間および前記第2の隙間に前記中間ヨーク部から前記第1のヨーク部に向かう固定磁界あるいは前記第1のヨーク部から前記中間ヨーク部に向かう固定磁界を形成するマグネットと、前記第1隙間および前記第2の隙間において軸線方向に移動可能に配置された磁性体を備えた可動体とを有することを特徴とする。

【0010】

本発明では、コイルに交流を印加すると、コイルを囲む第2のヨーク部、中間ヨーク部、第1の隙間、第1のヨーク部、第2の隙間、中間ヨーク部および第2のヨーク部からなる磁路に交番磁界が発生し、かつ、第1の隙間と第2の隙間とは逆向きの磁界が発生する。一方、マグネットは、第1の隙間および第2の隙間に中間ヨーク部から第1のヨーク部に向かう固定磁界あるいは第1のヨーク部から中間ヨーク部に向かう固定磁界を発生させる。このため、コイルが発生させる磁界と、マグネットが発生させる磁界は、第1の隙間および第2の隙間のうちの一方の隙間では強め合う一方、他方の隙間では弱め合う。このため、磁性片は、上記の2つの磁界が強め合う方に移動するが、コイルは交番磁界を発生するので、磁性片は軸線方向で振動することになる。ここで、コイルの周りに磁路を構成する第1のヨーク部、中間ヨーク部、および第2のヨーク部では、第1のヨーク部と中間ヨーク部との間に磁性体が配置される第1の隙間および第2の隙間が形成されるのみで、第2のヨーク部と中間ヨーク部との間に隙間が不要である。それ故、コイルおよびマグネットで得られる起磁力が不要な隙間で消費されることがないので、磁気効率が高い。それ故、本発明によれば、大きな出力を得ることができる。

## 【0011】

本発明において、前記第1のヨーク部、前記第1および第2の隙間、前記中間ヨーク部、および前記第2のヨーク部は、内側から外側にこの順に配置され、かつ、軸線方向からみたときに円形あるいは略多角形となるように構成されていることが好ましい。

## 【0012】

本発明において、前記コイルに対して前記マグネットが配置されている側には、前記第1のヨーク部および前記第2のヨーク部のうちの一方のヨーク部に隣接する一方、他方のヨーク部と離間する渡りヨーク部が形成され、当該渡りヨーク部と前記他方のヨーク部との間には、これらのヨーク部に異なる磁極を向けて前記マグネットが配置されている構成を採用することができる。このように構成すると、第1のヨーク部と第2のヨーク部とを容易に磁氣的に結合させることができる。



【 0 0 1 3 】

本発明において、前記渡りヨーク部および前記マグネットと、前記中間ヨーク部との間には非磁性体が介在していることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明において、前記コイルに対して前記マグネットが配置されている側には、前記第 1 のヨーク部に隣接する一方、前記第 2 のヨーク部と離間する渡りヨーク部が形成され、当該渡りヨーク部と前記中間ヨーク部との間には、これらのヨーク部に異なる磁極を向けて前記マグネットが配置されている構成を採用することができる。このように構成すると、第 1 のヨーク部と第 2 のヨーク部とを容易に磁氣的に結合させることができる。また、このように構成すると、マグネットに高い面精度が要求されるのは、軸線方向に位置する端面であり、このような端面は、平面状であるため、研磨によって面精度を容易に出すことができる。また、マグネットに対する着磁も容易である。

【 0 0 1 5 】

本発明において、前記渡りヨーク部は、該渡りヨーク部が隣接する前記第 1 のヨーク部あるいは前記第 2 のヨーク部と一体に形成されていることが好ましい。このように構成すると、使用部品点数を削減することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明において、前記第 2 のヨーク部は、前記中間ヨーク部と一体に形成されていることが好ましい。このように構成すると、使用部品点数を削減することができる。

【 0 0 1 7 】

本発明に係るリニアアクチュエータは、各種流体を供給するためのポンプ装置、あるいはコンプレッサー装置として利用できる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

図面を参照して、本発明を適用したリニアアクチュエータを説明する。

【 0 0 1 9 】

〔実施の形態 1〕

(リニアアクチュエータの構成)

図 1 (A)、(B) はそれぞれ、本発明に係るリニアアクチュエータの構成、および動作を示す縦断面図である。

【 0 0 2 0 】

図 1 (A) において、本形態のリニアアクチュエータ 1 は、各種流体を供給するためのポンプ装置、あるいはコンプレッサー装置に用いられるものである。

【 0 0 2 1 】

本形態のリニアアクチュエータ 1 は、第 1 のヨーク部 1 1 と、この第 1 のヨーク部 1 1 に対して軸線方向と直交する位置で対向する第 2 のヨーク部 1 2 と、第 2 のヨーク部 1 2 の側から軸線方向で離間する両側を通して第 1 のヨーク部 1 1 との間に軸線方向で離間する第 1 の隙間 6 および第 2 の隙間 7 を形成する中間ヨーク部 2 0 と、中間ヨーク部 2 0 および第 2 のヨーク部 1 2 によって区画形成された空間内に配置されたコイル 6 0 と、コイル 6 0 に対して軸線方向の一方側 (図 1 (A) に向かって下側) に配置されたマグネット 3 0 と、第 1 隙間 6 および第 2 の隙間 7 において軸線方向に移動可能に配置された磁性体 5 1 を備えた可動体 5 0 とを有している。

【 0 0 2 2 】

本形態において、第 1 のヨーク部 1 1、第 1 および第 2 の隙間 6、7、中間ヨーク部 2 0、および第 2 のヨーク部 1 2 は、内側から外側にこの順に配置され、かつ、軸線方向からみたときに円環状の平面形状を有している。従って、第 1 のヨーク部 1 1 は、円環状のインナーヨークを構成し、第 2 のヨーク部 1 2 は円環状のアウターヨークを構成している。また、コイル 6 0 は、円筒状のボビン 6 1 に巻回された後、ボビン 6 1 の外周面にカバー 6 2 が被せられた状態にある。なお、第 1 のヨーク部 1 1、第 1 および第 2 の隙間 6、7、中間ヨーク部 2 0、および第 2 のヨーク部 1 2 は、内側から外側にこの順に配置され、かつ、軸線方向からみたときに略多角形を構成するように配置されていてもよい。

【 0 0 2 3 】

本形態において、可動体 5 0 は、磁性体 5 1 がインサート成形された樹脂成形品からなる。このため、磁性体 5 1 の上端部分は、樹脂に確実に埋め込まれるよ

うにフック形状を有している。なお、可動体 5 0 において、磁性体 5 1 は接着などの方法で可動体 5 0 と一体化される場合もある。

## 【 0 0 2 4 】

中間ヨーク部 2 0 は、断面 L 字形状の上下、2 つの磁性片 2 1、2 2 から構成され、これらの磁性片 2 1、2 2 の間にコイル 6 0 が挟まれた状態にある。

## 【 0 0 2 5 】

第 2 のヨーク部 1 2 の下端部から内側には、渡りヨーク部 1 3 が突き出ており、この渡りヨーク部 1 3 は、第 1 のヨーク部 1 1 とは離間している。

## 【 0 0 2 6 】

渡りヨーク部 1 3 の内周面と第 1 のヨーク部 1 1 の下端部の外周面との間には、円筒状のマグネット 3 0 が配置され、このマグネット 3 0 は、第 1 のヨーク部 1 1 の方に位置する内周面が S 極に着磁され、渡りヨーク部 1 3 に向く外周面が N 極に着磁されている。なお、マグネット 3 0 は、内周面が N 極に着磁され、外周面が S 極に着磁されていてもよく、いずれの場合も、第 1 の隙間 6 および第 2 の隙間 7 に中間ヨーク部 2 0 から第 1 のヨーク部 1 1 に向かう固定磁界、あるいは第 1 のヨーク部 1 1 から中間ヨーク部 2 0 に向かう固定磁界を形成する。

## 【 0 0 2 7 】

渡りヨーク部 1 3 およびマグネット 3 0 は、例えば、双方の上面が同一平面に含まれるように、その厚さ寸法や高さ寸法が規定されている。

## 【 0 0 2 8 】

また、渡りヨーク部 1 3 およびマグネット 3 0 は、中間ヨーク部 2 0 に対して軸線方向に重なるように配置されているが、渡りヨーク部 1 3 およびマグネット 3 0 と、中間ヨーク部 2 0 の間には非磁性体からなるスペーサ 4 0 が配置されている。このため、マグネット 3 0 が形成する磁界は、その外周面から出て、渡りヨーク部 1 3、第 2 のヨーク部 1 2、中間ヨーク部 2 0、第 1 および第 2 の隙間 6、7、第 1 のヨーク部 1 1 から構成される磁路を経て、マグネット 3 0 の内周面に戻るように形成され、マグネット 3 0 から中間ヨーク部 2 0 に漏れることがない。

## 【 0 0 2 9 】

また、スペーサ 4 0 は、第 1 のヨーク 1 1 の下端側に形成されている細径部に対して下方から嵌めるだけで、第 1 のヨーク 1 1 に形成されている段差 1 9 に突き当たって自動的に軸線方向に位置決めされるとともに、下方にマグネット 3 0 および渡りヨーク部 1 3 が配置される空間を構成する。従って、スペーサ 4 0 は、リニアアクチュエータ 1 の組み立てを容易にする機能も担っている。

## 【 0 0 3 0 】

このように構成したアクチュエータ 1 においては、マグネット 3 0 によって、図 1 (A)、(B) に点線の矢印 B 1、B 2 で示す磁界が発生している。

## 【 0 0 3 1 】

この状態でコイル 6 0 に交流電流を流したとき、図面の左側において手前側から向こう側に電流が流れている期間では、実線の矢印 B 3 1 で示す磁界が発生し、第 1 の隙間 6 では、マグネット 3 0 からの磁界とコイル 6 0 からの磁力線の向きが一致しているのに対して、第 2 の隙間 7 では、マグネット 3 0 からの磁界とコイル 6 0 からの磁力線の向きが反対である。従って、可動体 5 0 の磁性体 5 1 には上方に向かう力が作用する。

## 【 0 0 3 2 】

これに対して、図 1 (B) に示すように、コイル 6 0 に対して、図面の左側において向こう側から手前側に電流が流れている期間では、実線の矢印 B 3 2 で示す磁界が発生し、第 1 の隙間 6 では、マグネット 3 0 からの磁界とコイル 6 0 からの磁力線の向きが反対であるのに対して、第 2 の隙間 7 ではマグネット 3 0 からの磁界とコイル 6 0 からの磁力線の向きが一致する。従って、可動体 5 0 の磁性体 5 1 には下方に向かう力が作用する。

## 【 0 0 3 3 】

そして、コイル 6 0 に流れる電流の極性が反転するたびに、可動体 5 0 の磁性体 5 1 には、軸線方向において向きが入れ代わる力が作用するので、それと一体の可動体 5 0 が軸線方向に振動し、可動体 5 0 に取り付けられたピストンなどから往復直線運動を出力することができる。

## 【 0 0 3 4 】

このように本形態のリニアアクチュエータ 1 では、コイル 6 0 の周りに磁路を

構成する第1のヨーク部11、中間ヨーク部20、および第2のヨーク部12では、第1のヨーク部11と中間ヨーク部20との間に磁性体51が配置される第1の隙間6および第2の隙間7が形成されるのみで、第2のヨーク部12と中間ヨーク部20との間に隙間が不要である。それ故、コイル60およびマグネット30で得られる起磁力が不要な隙間で消費されることがないので、磁気効率が高い。それ故、本形態のリニアアクチュエータ1では、大きな出力を得ることができる。

## 【0035】

(ポンプ装置並びにコンプレッサー装置への搭載例)

本発明を適用したリニアアクチュエータ1については、図2(A)、(B)、(C)を参照して以下に説明するように、ポンプ装置並びにコンプレッサー装置に適用できる。

## 【0036】

図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ、図1に示すリニアアクチュエータ1を用いたエアーポンプ装置の平面図、断面図、および底面図であり、図2(B)において、リニアアクチュエータ1に相当する部分は太線で囲ってある。

## 【0037】

図2(A)、(B)、(C)において、本形態のエアーポンプ装置100では、リニアアクチュエータ1の可動体50に対して作動軸110の基端側がワッシャ151、152を介してナット153で連結され、第1のヨーク部11の穴16を貫通する状態にある。作動軸110の基端側は、第1のヨーク部11に保持された軸受154によって支持され、かつ、作動軸110の周りには2本のスプリング161、162が装着されている。2本のスプリング161、162のうち、作動軸110の基端側に装着されたスプリング161は、第1のヨーク部11の穴16内に形成されている段差17と、作動軸110に装着されたE型止め輪163で両端が支持され、作動軸110の先端側に装着されたスプリング162は、E型止め輪163と、ヨーク体10の底部に固定されたスプリング押さえ164とによって両端が支持されている。

## 【0038】

渡りヨーク部 1 3 には、エアー吸い込み口 1 7 1 およびエアー吐出口 1 7 2 を備えたケース 1 7 0 がボルト 1 7 3 で固定され、エアー吸い込み口 1 7 1 にはフィルタ 1 7 4 が装着されている。ケース 1 7 0 の内側にはシリンダケース 1 2 0 が配置され、シリンダケース 1 2 0 の底部において、エアー吸い込み口 1 7 1 と対峙する部分には、バルブ押さえ 1 4 3 によってバルブ 1 4 1 が固定され、エアー吐出口 1 7 2 と対峙する部分にはバルブ押さえ 1 4 4 によってバルブ 1 4 2 が固定されている。

## 【 0 0 3 9 】

シリンダケース 1 2 0 の内部は、シリンダケース 1 2 0 の底部との間にシリンダ室 1 2 2 を構成するピストン 1 3 0 が配置され、このピストン 1 3 0 の側面には、シリンダケース 1 2 0 の内周側面との気密を確保するための加圧リング 1 3 5 が装着されている。

## 【 0 0 4 0 】

ピストン 1 3 0 に対しては、作動軸 1 1 0 の先端部分がワッシャ 1 3 7、1 3 8 および O リング 1 3 6 を介してナット 1 3 9 で固定されており、作動軸 1 1 0 の振動によって、ピストン 1 3 0 が軸線方向に駆動される。従って、リニアアクチュエータ 1 によって作動軸 1 1 0 が軸線方向の基端側（図面に向かって上方）に移動すると、エアー吸い込み口 1 7 1 からシリンダ室 1 2 2 内に空気が吸い込まれ、リニアアクチュエータ 1 によって作動軸 1 1 0 が軸線方向の先端側（図面に向かって下方）に移動すると、シリンダ室 1 2 2 内の空気がエアー吐出口 1 7 2 から吐出される。また、このような作動軸 1 1 0 の振動に対してスプリング 1 6 1、1 6 2 が共振するので、小型のリニアアクチュエータ 1 を用いたエアーポンプ装置 1 0 0 であっても、優れたポンプ特性を備えている。

## 【 0 0 4 1 】

## 〔実施の形態 2〕

図 3 はそれぞれ、本発明に係るリニアアクチュエータを備えたエアーポンプ装置の縦断面図である。なお、本形態のリニアアクチュエータ、およびエアーポンプ装置は、基本的な構成が実施の形態 1 と同様であるため、共通する部分の説明を省略し、その特徴部分のみについて説明する。

## 【 0 0 4 2 】

(リニアアクチュエータの構成)

図 3 において、本形態のリニアアクチュエータ 1 は、切削品からなる第 1 のヨーク部 1 1 と、この第 1 のヨーク部 1 1 に対して軸線方向と直交する位置で対向する第 2 のヨーク部 1 2 と、第 2 のヨーク部 1 2 の側から軸線方向で離間する両側を通して第 1 のヨーク部 1 1 との間に軸線方向で離間する第 1 の隙間 6 および第 2 の隙間 7 を形成する中間ヨーク部 2 0 と、中間ヨーク部 2 0 および第 2 のヨーク部 1 2 によって区画形成された空間内に配置されたコイル 6 0 と、コイル 6 0 に対して軸線方向の一方側（図 3 に向かって下側）に配置されたマグネット 3 0 と、第 1 隙間 6 および第 2 の隙間 7 において軸線方向に移動可能に配置された磁性体 5 1 を備えた可動体 5 0 とを有している。

## 【 0 0 4 3 】

本形態においても、第 1 のヨーク部 1 1、第 1 および第 2 の隙間 6、7、中間ヨーク部 2 0、および第 2 のヨーク部 1 2 は、内側から外側にこの順に配置され、かつ、軸線方向からみたときに円環状の平面形状を有している。従って、第 1 のヨーク部 1 1 は、円環状のインナーヨークを構成し、第 2 のヨーク部 1 2 は円環状のアウターヨークを構成している。なお、第 1 のヨーク部 1 1、第 1 および第 2 の隙間 6、7、中間ヨーク部 2 0、および第 2 のヨーク部 1 2 は、内側から外側にこの順に配置され、かつ、軸線方向からみたときに略多角形を構成するように配置されていてもよい。

## 【 0 0 4 4 】

本形態において、中間ヨーク部 2 0 および第 2 のヨーク部 1 2 は、断面 U 字形状の 2 つの磁性片 2 1、2 2 に対して一体に構成され、これらの磁性片 2 1、2 2 の間にコイル 6 0 が挟まれた状態にある。これらの磁性片 2 1、2 2 は、プレス加工品である。

## 【 0 0 4 5 】

第 1 のヨーク部 1 1 の下端部の細径部分には、環状の渡りヨーク部 1 3 が圧入固定され、この渡りヨーク部 1 3 と中間ヨーク部 2 0 との間に環状のマグネット 3 0 が配置されている。ここで、マグネット 3 0 は、例えば、下面が S 極に着磁

され、上面がN極に着磁されている。従って、マグネット30の上面から出た磁力線は、中間ヨーク部20から第2のヨーク部12を経た後、再び中間ヨーク20を経て、第1の隙間6に中間ヨーク部20から第1のヨーク部11に向かう固定磁界を形成し、しかる後に、第1のヨーク部11および渡りヨーク部13を経てマグネット30の下面に戻る。また、マグネット30の上面から出た磁力線は、中間ヨーク部20から直接、第2の隙間7に中間ヨーク部20から第1のヨーク部11に向かう固定磁界を形成し、しかる後に、第1のヨーク部11および渡りヨーク部13を経てマグネット30の下面に戻る。

## 【0046】

従って、本形態のアクチュエータ1においても、マグネット30によって、図3に実線の矢印B1、B2で示す磁界が発生しているので、実施の形態1と同様、コイル60に流れる電流の極性が反転するたびに、可動体50の磁性体51には、軸線方向において向きが入れ代わる力が作用するので、それと一体の可動体50が軸線方向に振動し、可動体50に取り付けられたピストンなどから往復直線運動を出力することができる。

## 【0047】

また、本形態のリニアアクチュエータ1でも、実施の形態1と同様、コイル60の周りに磁路を構成する第1のヨーク部11、中間ヨーク部20、および第2のヨーク部12では、第1のヨーク部11と中間ヨーク部20との間に磁性体51が配置される第1の隙間6および第2の隙間7が形成されるのみで、第2のヨーク部12と中間ヨーク部20との間に隙間が不要である。それ故、コイル60およびマグネット30で得られる起磁力が不要な隙間で消費されることがないので、磁気効率が高い。それ故、本形態のリニアアクチュエータ1では、大きな出力を得ることができる。

## 【0048】

さらに、中間ヨーク部20および第2のヨーク部12が、磁性片21、22として一体に形成されているので、部品点数の削減を図ることができる。

## 【0049】

しかも、マグネット30に高い面精度が要求されるのは、軸線方向に位置する



端面であり、このような端面は、内周面や外周面と違って平面であるため、研磨によって面精度を容易に出すことができる。また、マグネット 3 0 に対する着磁も容易である。

## 【 0 0 5 0 】

## (エアーポンプ装置の構成)

本形態のエアーポンプ装置 1 0 0 でも、リニアアクチュエータ 1 の可動体 5 0 に対して作動軸 1 1 0 の基端側がナット 1 5 3 で連結され、第 1 のヨーク部 1 1 の穴 1 6 を貫通する状態にある。

## 【 0 0 5 1 】

本形態において、ケース 1 7 0 はリニアアクチュエータ 1 も含めて全体を覆うように形成され、ケース 1 7 0 には、リニアアクチュエータエアー吸い込み口 1 7 1、およびエアー吐出口 1 7 2 が形成されている。

## 【 0 0 5 2 】

ケース 1 7 0 の内部では、内ケース 1 8 0 によってダイヤフラム 1 9 0 が固定され、ダイヤフラム 1 9 0 には、作動軸 1 1 0 の先端部分がナット 1 3 9 で固定されている。このため、作動軸 1 1 0 の振動によって、ダイヤフラム 1 9 0 が軸線方向に駆動される。従って、リニアアクチュエータ 1 によって作動軸 1 1 0 が軸線方向の基端側（図面に向かって上方）に移動すると、エアー吸い込み口 1 7 1 から内ケース 1 8 0 とダイヤフラム 1 9 0 で区画された空間内に空気が吸い込まれ、リニアアクチュエータ 1 によって作動軸 1 1 0 が軸線方向の先端側（図面に向かって下方）に移動すると、内ケース 1 8 0 とダイヤフラム 1 9 0 で区画された空間内の空気がエアー吐出口 1 7 2 から吐出される。

## 【 0 0 5 3 】

また、このような作動軸 1 1 0 の振動に対してスプリング 1 6 1、1 6 2 が共振するので、小型のリニアアクチュエータ 1 を用いたエアーポンプ装置 1 0 0 であっても、優れたポンプ特性を備えている。

## 【 0 0 5 4 】

## [その他の実施の形態]

なお、図 3 を参照して説明した実施の形態 2 に係るリニアアクチュエータ 1 に

については、図 4 に示すように、渡りヨーク部 1 3 を第 1 のヨーク部 1 1 の下端部から外周側にフランジ状に張り出すように形成して、渡りヨーク部 1 3 と第 1 のヨーク部 1 1 とを一体に形成してもよい。このように構成すると、部品点数を削減できるので、コストの低減を図ることができる。

## 【 0 0 5 5 】

また、図 3 を参照して説明した実施の形態 2 に係るエアープンプ装置 1 0 0 については、図 5 に示すように、第 1 のヨーク部 1 1 の基端側開口と可動体 5 0 との間にスプリング 1 6 1 を配置するとともに、第 1 のヨーク部 1 1 の先端側開口とダイヤフラム 1 9 0 との間にスプリング 1 6 2 に配置してもよい。このように構成すると、スプリング 1 6 1、1 6 2 によって軸受 1 5 4 を保持することができ、かつ、作動軸 1 1 0 に止め輪を固定するための溝（図 2 および図 3 を参照）を形成する必要がないなど、構成の簡略化を図ることができる。

## 【 0 0 5 6 】

また、上記形態では、マグネット 3 0 として永久磁石を用いたが、電磁石を用いてもよい。

## 【 0 0 5 7 】

さらに、第 1 のヨーク部 1 1、第 2 のヨーク部 1 2、中間ヨーク部 2 0、および渡りヨーク部 1 3 の材質については、焼結体、純鉄の切削品、珪素鋼板の積層体のいずれを用いてもよい。

## 【 0 0 5 8 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明のリニアアクチュエータでは、コイルに交流を印加すると、コイルを囲む第 2 のヨーク部、中間ヨーク部、第 1 の隙間、第 1 のヨーク部、第 2 の隙間、中間ヨーク部および第 2 のヨーク部からなる磁路に交番磁界が発生し、かつ、第 1 の隙間と第 2 の隙間とは逆向きの磁界が発生する。一方、マグネットは、第 1 の隙間および第 2 の隙間に中間ヨーク部から第 1 のヨーク部に向かう固定磁界あるいは第 1 のヨーク部から中間ヨーク部に向かう固定磁界を発生させる。このため、コイルが発生させる磁界と、マグネットが発生させる磁界は、第 1 の隙間および第 2 の隙間のうちの一方の隙間では強め合う一方、

他方の隙間では弱め合う。このため、磁性片は、上記の 2 つの磁界が強め合う方に移動するが、コイルは交番磁界を発生するので、磁性片は軸線方向で振動することになる。ここで、コイルの周りに磁路を構成する第 1 のヨーク部、中間ヨーク部、および第 2 のヨーク部では、第 1 のヨーク部と中間ヨーク部との間に磁性体が配置される第 1 の隙間および第 2 の隙間が形成されるのみで、第 2 のヨーク部と中間ヨーク部との間に隙間が不要である。それ故、コイルおよびマグネットで得られる起磁力が不要な隙間で消費されることがないので、磁気効率が低い。それ故、本発明によれば、大きな出力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(A)、(B) はそれぞれ、本発明の実施の形態 1 に係るリニアアクチュエータの構成、および動作を示す縦断面図である。

【図 2】

(A)、(B)、(C) はそれぞれ、図 1 に示すリニアアクチュエータを用いたエアポンプ装置の平面図、縦断面図、および底面図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 2 に係るリニアアクチュエータ、およびそれを用いたエアポンプ装置の縦断面図である。

【図 4】

本発明の実施の形態 2 の変形例に係るリニアアクチュエータの縦断面図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 2 の別の変形例に係るリニアアクチュエータの縦断面図である。

【図 6】

(A)、(B) はそれぞれ、参考例に係るリニアアクチュエータの説明図である。

【符号の説明】

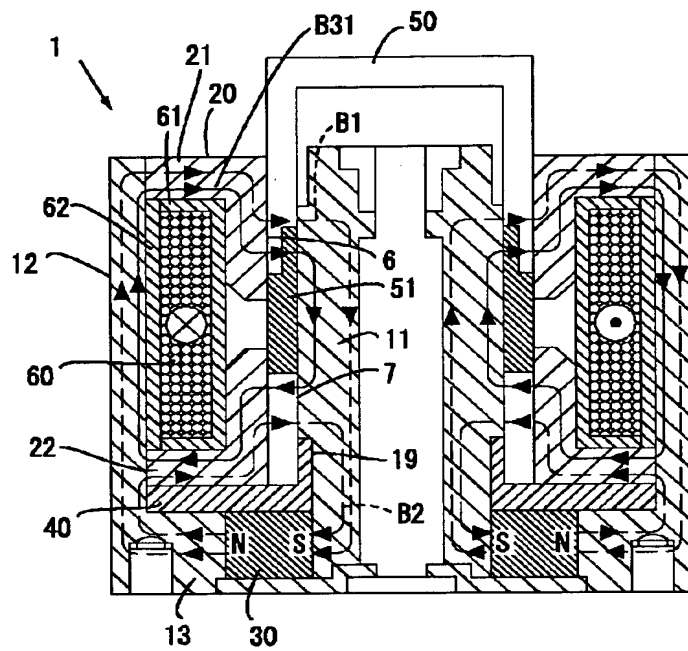
1 リニアアクチュエータ

- 6 第 1 の隙間
- 7 第 2 の隙間
- 1 1 第 1 のヨーク部
- 1 2 第 2 のヨーク部
- 1 3 渡りヨーク部
- 2 0 中間ヨーク部
- 3 0 マグネット
- 4 0 非磁性体
- 5 0 可動体
- 5 1 磁性体
- 6 0 コイル
- 1 0 0 エアーポンプ装置
- 1 1 0 作動軸
- 1 7 1 エアー吸い込み口
- 1 7 2 エアー吐出口

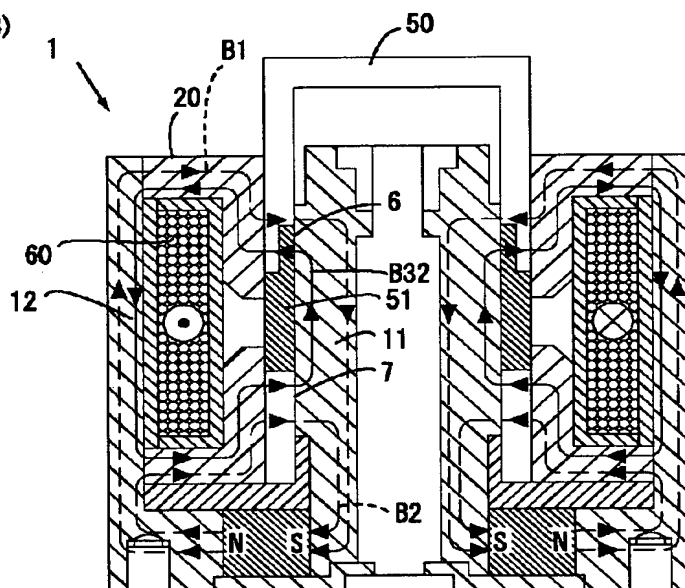
【書類名】 図面

【図 1】

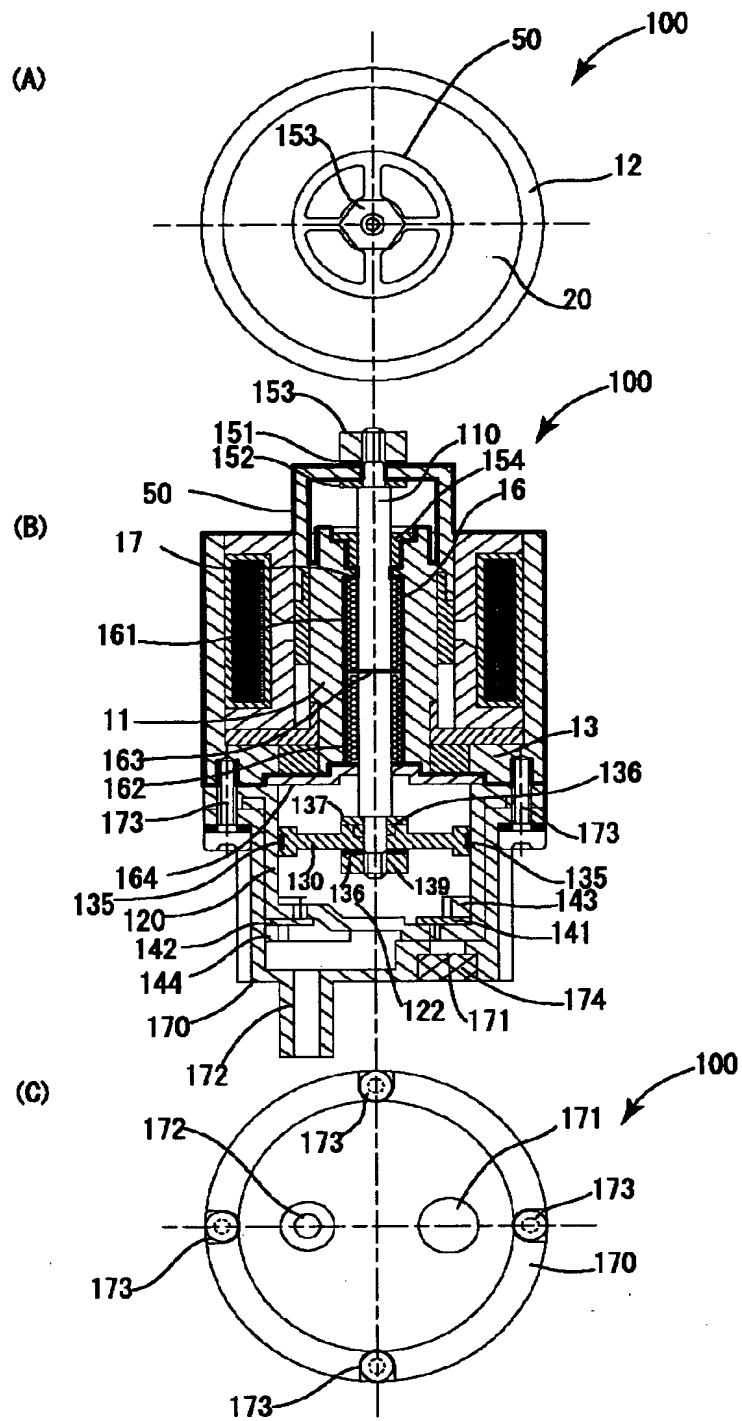
(A)



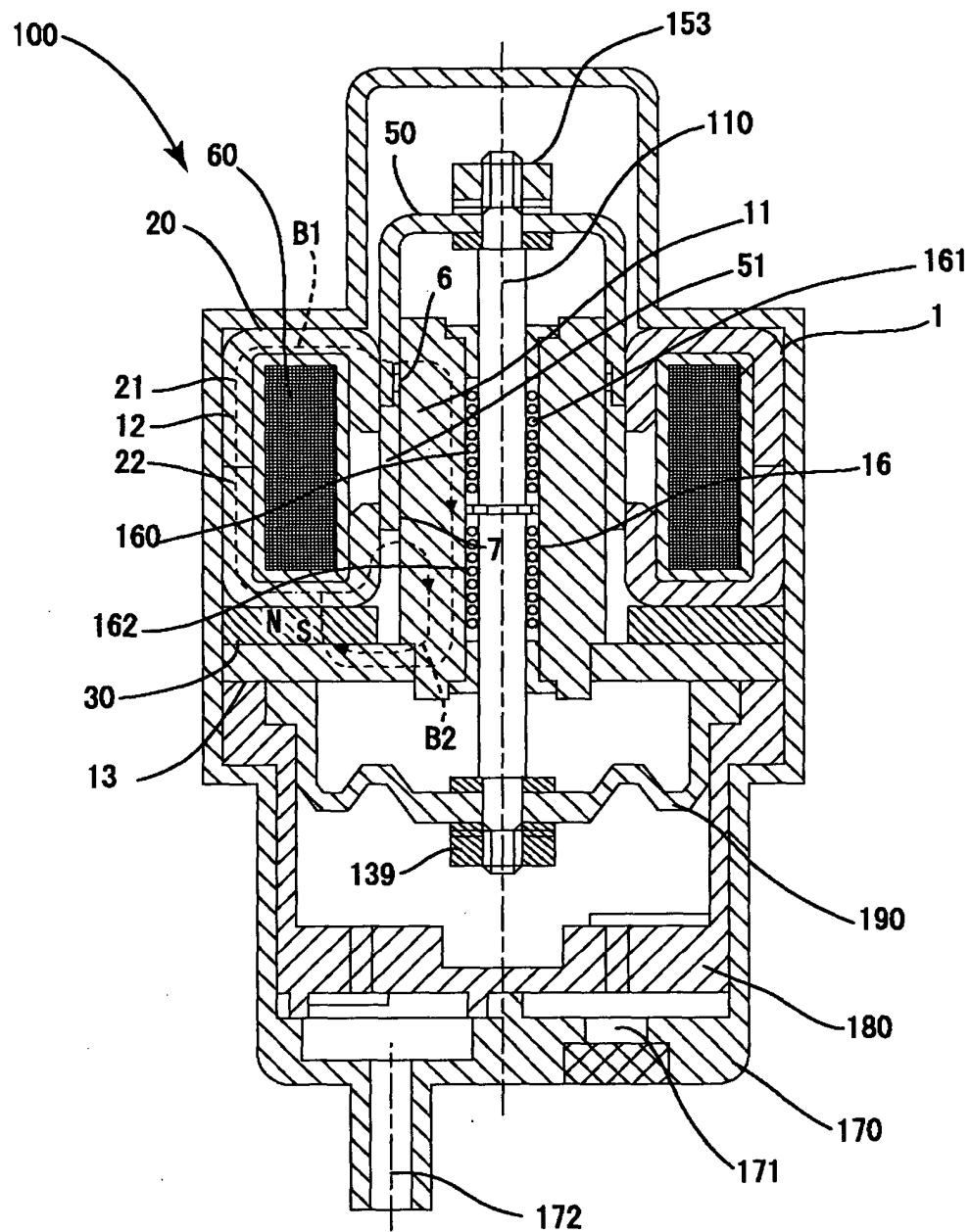
(B)



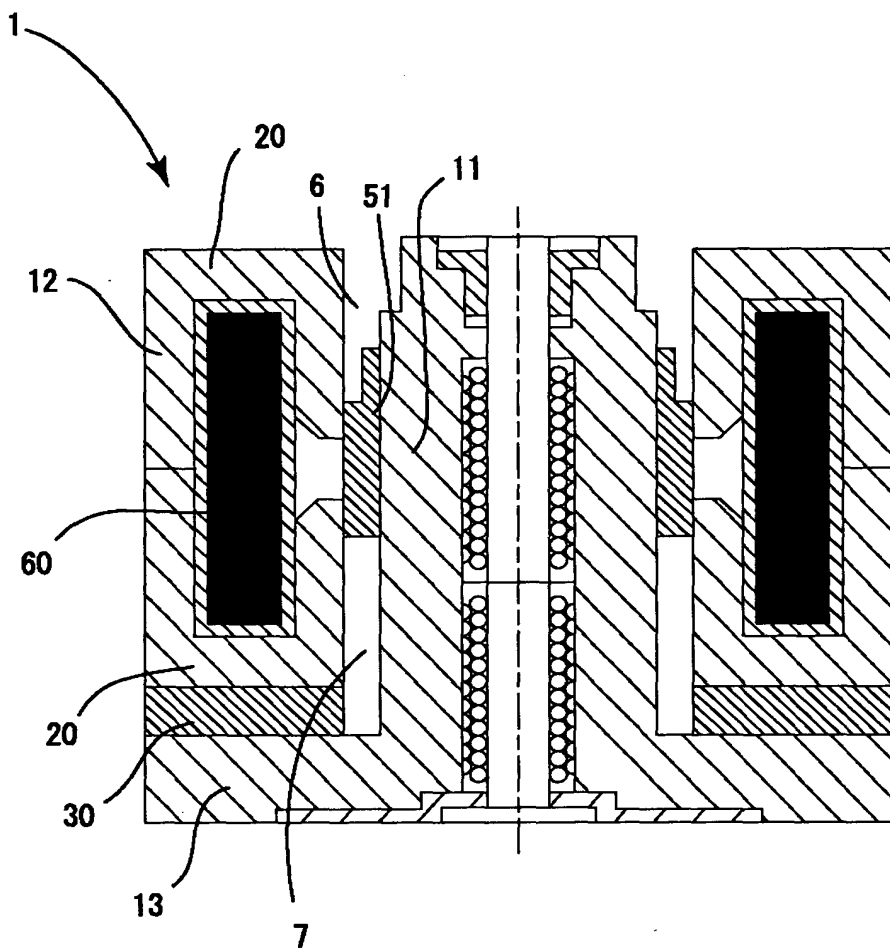
【図 2】



【図 3】

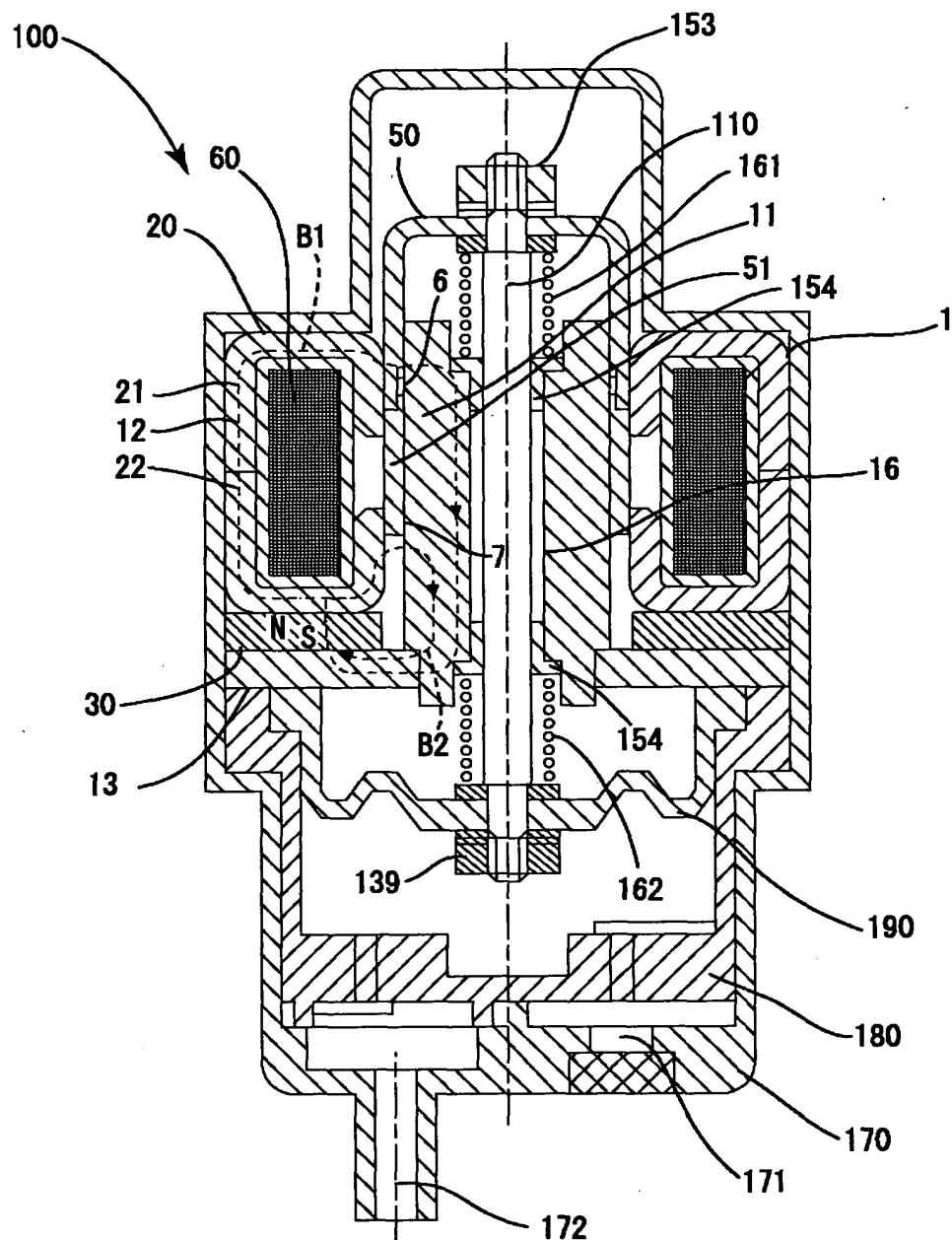


【図 4】

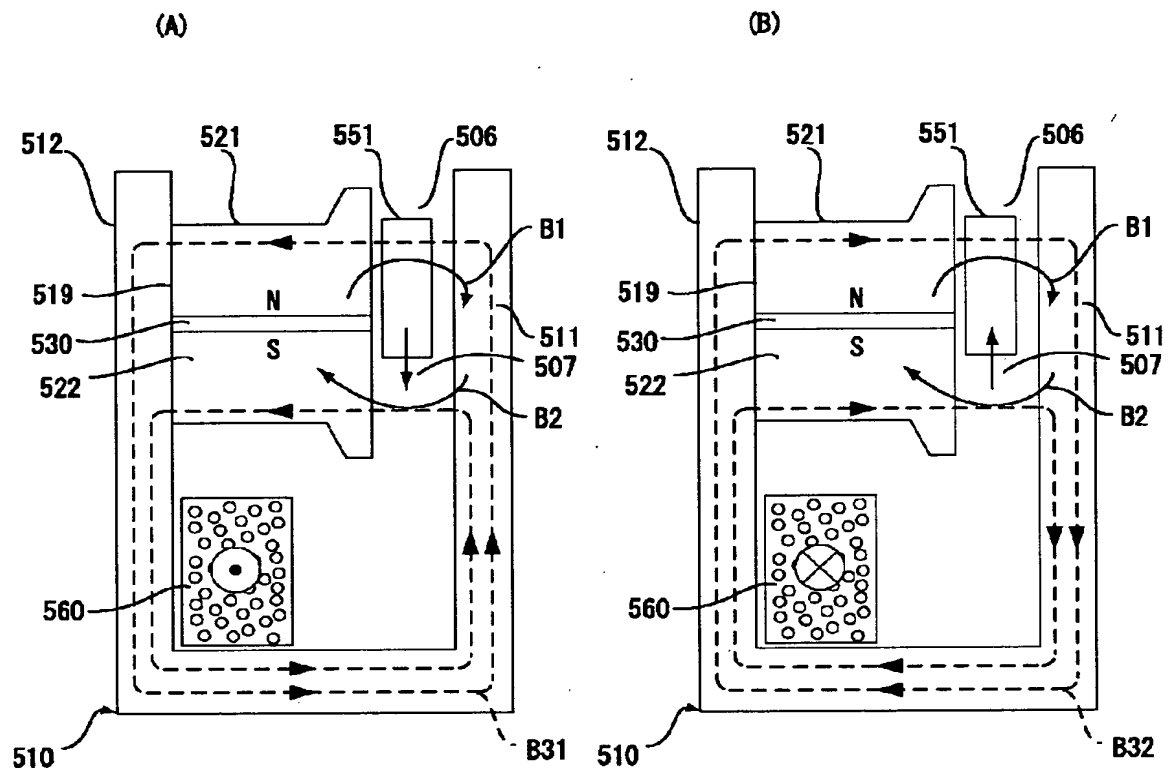




【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 出力特性をさらに改良したリニアアクチュエータ、それを用いたポンプ装置並びにコンプレッサー装置を提供すること。

【解決手段】 リニアアクチュエータ 1 は、第 1 のヨーク部 1 1 と、この第 1 のヨーク部 1 1 に対して軸線方向と直交する位置で対向する第 2 のヨーク部 1 2 と、第 2 のヨーク部 1 2 の側から軸線方向で離間する両側を通して第 1 のヨーク部 1 1 との間に軸線方向で離間する第 1 の隙間 6 および第 2 の隙間 7 を形成する中間ヨーク部 2 0 と、中間ヨーク部 2 0 および第 2 のヨーク部 1 2 によって区画形成された空間内に配置されたコイル 6 0 と、コイル 6 0 に対して軸線方向の一方側に配置されたマグネット 3 0 と、第 1 隙間 6 および第 2 の隙間 7 において軸線方向に移動可能に配置された磁性体 5 1 を備えた可動体 5 0 とを有している。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 0 7 0 9 3
受付番号	5 0 2 0 1 0 4 2 0 1 3
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 7 月 1 7 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月16日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 2 3 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地  
氏 名 株式会社三協精機製作所
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 2 8 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地  
氏 名 株式会社三協精機製作所